

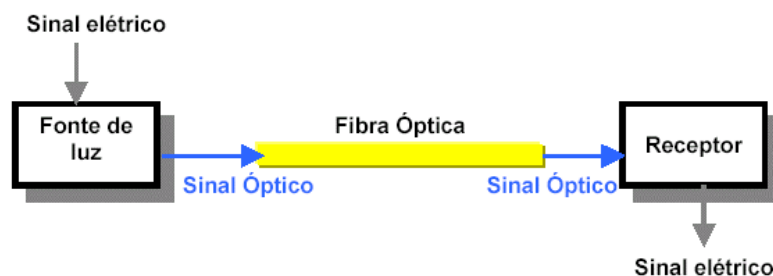
**AULA 03 – Cabeamento Óptico - V. 01/06**

## 1. Fibra Óptica

A fibra óptica é um meio de transmissão que utiliza a luz para transportar a informação através de uma rede de comunicação. Constitui-se em uma estrutura cilíndrica composta por material dielétrico, geralmente plástico ou vidro. A transmissão em fibra óptica é realizada pelo envio de um sinal de luz codificado, dentro do domínio de frequência do infravermelho, através de um cabo óptico.

A fibra óptica é formada por duas partes: núcleo e casca. O núcleo é a parte por onde se propaga a luz. A casca é responsável por confinar a luz no interior do núcleo. A fibra também possui um revestimento plástico que lhe dá proteção mecânica contra o meio externo.

Para a transmissão de sinais através de fibras ópticas são utilizados emissores e receptores ópticos, responsáveis pela conversão dos sinais elétricos para sinais luminosos e vice-versa.



**Figura 1 - Esquema de transmissão de sinais na fibra óptica**

### 1.1. Classificação das Fibras Ópticas

As fibras ópticas são classificadas segundo suas características básicas de transmissão, ditadas essencialmente pelo perfil de índices de refração da fibra e pela sua habilidade em conduzir um ou vários modos de propagação. Esses

aspectos influem principalmente na capacidade de transmissão (banda passante) da fibra e nas suas facilidades operacionais em termos de conexões e acoplamento com fontes e detectores luminosos. Resultam dessa classificação básica os seguintes tipos de fibras ópticas:

### 1.1.1. Fibra multimodo

A fibra multimodo é de construção mais simples e foi o primeiro tipo a ser desenvolvido. Refere-se à possibilidade de que vários feixes de luz, em diferentes ângulos de incidência, propaguem-se através de diferentes caminhos pela fibra. Um raio que exceda um determinado ângulo "crítico" escapa da fibra. Este tipo de fibra pode ser ainda:

#### 1.1.1.1. Multimodo índice degrau

O funcionamento é baseado no fenômeno da reflexão total interna na casca de índice de refração baixo. O termo degrau vem da existência de uma descontinuidade na mudança de índices de refração na fronteira entre o núcleo e a casca da fibra.

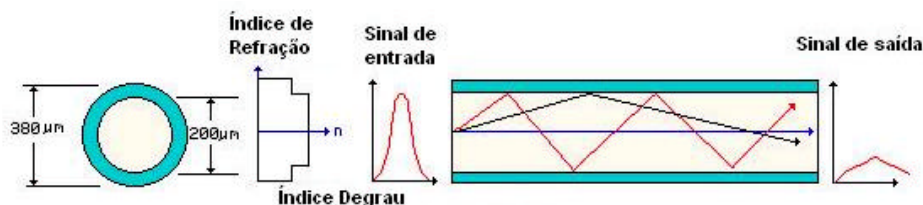


Figura 2 - Fibra índice degrau

### 1.1.1.2. Multimodo índice gradual

Ao invés de uma mudança brusca no índice de refração do núcleo para a casca, o índice de refração diminui gradativamente e de forma contínua. Os feixes de luz se propagam de forma gradual ao longo da fibra devido ao fato de que os índices de refração são mais uniformes na fronteira entre o núcleo e a casca da fibra óptica.

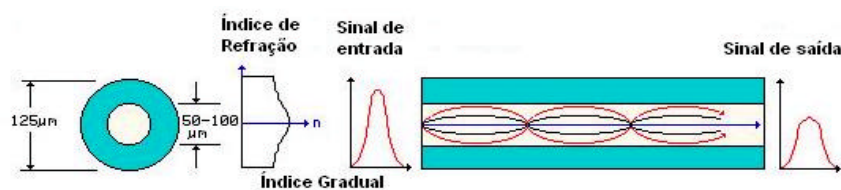


Figura 3 - Fibra índice gradual

### 1.1.2. Fibra Monomodo

Esse tipo de fibra é insensível à dispersão modal, pois o feixe luminoso se propaga em linha reta (único modo) sem ter que realizar nenhuma reflexão. Isso faz com que a transmissão atinja maiores distâncias com maior velocidade, podendo atingir taxas de transmissão da ordem de 100GHz.Km, tornando esse tipo ideal para aplicações em longas distâncias.

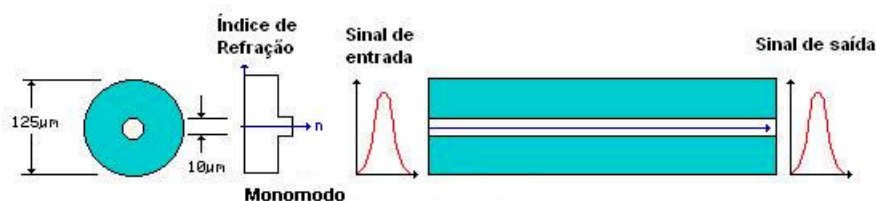


Figura 4 - Fibra monomodo

## **1.2. Interferências em Cabeamento Óptico**

As características de transmissão de uma fibra óptica podem ser descritas essencialmente pelas suas propriedades quanto à atenuação e dispersão dos sinais por ela transmitidos. Entre as causas mais importantes de interferências em sistemas ópticos destacam-se: a absorção pelo material, irradiação devido a curvaturas, espalhamento pelo material (linear e não linear), perdas por modos vazantes, perdas por microcurvaturas, atenuações em emendas e conectores e perdas por acoplamento no início e no final da fibra.

### **1.2.1. Atenuação**

A atenuação pode ser definida como a diminuição da intensidade de energia de um sinal ao propagar-se através de um meio. A atenuação está diretamente associada às perdas que ocorrem na transmissão do feixe de luz, afetando o alcance máximo da transmissão do sinal luminoso.

Nas fibras ópticas, a atenuação varia de acordo com o comprimento de onda da luz utilizada. Essa atenuação é a soma de várias perdas ligadas ao material que é empregado na fabricação da fibra e à estrutura do guia de onda. A atenuação experimentada pelos sinais luminosos propagados através de uma fibra óptica é uma característica fundamental para a determinação da distância máxima entre um transmissor e um receptor óptico. As perdas de transmissão são avaliadas pelo valor da atenuação que o link oferece entre a potência de saída do sinal em relação à potência de entrada. Dessa forma, a atenuação de uma fibra óptica costuma ser definida em termos da relação de potência luminosa na entrada da fibra e a potência luminosa na sua saída.

No dimensionamento de um sistema óptico, além das perdas introduzidas pela atenuação da fibra óptica, devem ser consideradas também as perdas causadas nas emendas e conexões entre segmentos de fibras e no acoplamento das fibras com as fontes e detectores luminosos.

### **1.2.2. Absorção**

Exprime a dissipação de parte da energia transmitida numa fibra óptica em forma de calor (absorção material) ou em comprimentos de onda ópticos específicos (absorção de OH<sup>-</sup>).

A absorção material é provocada pelo material que compõe o meio físico de transmissão, que no caso da fibra de vidro é a sílica ou polímeros plásticos. Os parâmetros que influenciam na absorção global da fibra óptica relacionam-se à qualidade de sua fabricação, ao comprimento de onda da luz guiada (estrutura do guia dielétrico) e grau de pureza do material utilizado.

### **1.2.3. Espalhamento**

Exprime o desvio de parte da energia luminosa guiada pelos vários modos de propagação em várias direções (Rayleigh, Mye, Raman estimulado, Brillouin estimulado).

### **1.2.4. Deformações Mecânicas**

Perdas causadas por micro curvaturas e macro curvaturas, as quais ocorrem ao longo da fibra devido à aplicação de esforços sobre a mesma durante a confecção ou instalação do cabo.

### 1.2.5. Dispersão

É uma característica de transmissão que exprime o alargamento dos pulsos transmitidos em uma fibra óptica. A dispersão em uma fibra óptica está associada ao fato de que os modos de propagação são transmitidos através da fibra óptica com velocidades diferentes, resultado dos diferentes atrasos de propagação dos modos que transportam a energia luminosa, tendo por efeito a distorção dos sinais transmitidos, impondo uma limitação na sua capacidade de transmissão.

Este alargamento dos pulsos determina a largura de banda da fibra óptica e está relacionada com a capacidade de transmissão de informação das fibras. A dispersão permite caracterizar a capacidade de transmissão de uma fibra óptica expressa pela taxa de transmissão (em bits por segundo) ou pela banda passante (em hertz).

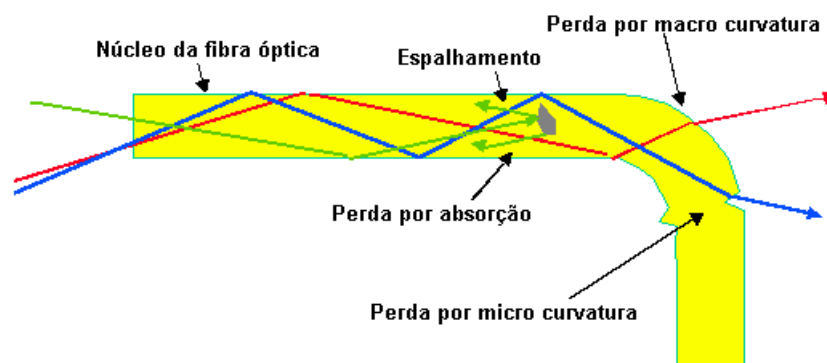


Figura 5 - Interferências em fibras ópticas

### 1.3. Emendas e Terminações Ópticas

As emendas surgem da necessidade de dar continuidade a um lance de cabo óptico que esteja sendo instalado ou unir esse cabo a uma extensão óptica dotada de um conector e um rabicho óptico. As emendas ópticas são necessárias para

ampliar ou dar continuidade a um lance óptico. Contudo, as emendas ópticas não são simples e nem podem ser comparadas com as emendas de cabos metálicos.

Quanto às terminações ópticas, estas são constituídas basicamente de conectores. Os conectores têm a função realizar a conexão entre as fibras ópticas e os equipamentos que podem ser uma fonte de luz, detector de luz ou mesmo equipamentos de medição.

### **1.3.1. Processo Mecânico**

Este processo pode ser implementado de duas formas distintas. A primeira consiste na utilização de alinhadores de precisão para fibras ópticas (emendas mecânicas). O processo de emenda mecânica é bastante utilizado em situações emergenciais ou em caráter provisório.



**Figura 6 - Emenda mecânica**

### **1.3.2. Processo por Conectorização**

A segunda forma de emenda consiste no alinhamento por conectorização, utilizando conectores e adaptadores ópticos.



**Figura 7 - Emenda por conectorização**

### **1.3.3. Processo por fusão**

Este processo caracteriza-se por fundir as extremidades das fibras ópticas através de arcos voltaicos gerados por dois eletrodos. Este procedimento faz com que a emenda seja quase imperceptível aos olhos, além de ser o processo mais utilizado, pois apresenta os menores níveis de atenuação. É um processo que necessita de um equipamento especial denominado Máquina de Emenda por Fusão.



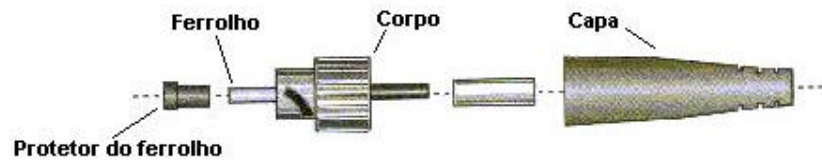
**Figura 8 - Emenda por fusão**

### **1.4. Conectores Ópticos**

São dispositivos que possibilitam a conexão óptica, terminando duas fibras ópticas e que se encaixam em um adaptador óptico. Os conectores ópticos são acessórios compostos de um ferrolho, onde se encontra a terminação da fibra óptica e de uma parte que é responsável pela fixação do corpo do conector. Na extremidade do ferrolho é realizado um polimento para que sejam minimizados problemas relacionados com a reflexão da luz.

Assim como nas emendas ópticas, os conectores também contribuem com atenuações no lance óptico que, basicamente, são conhecidas como perda de inserção e perda de retorno.

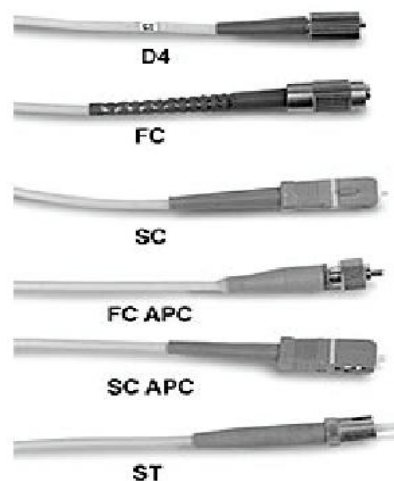




**Figura 9 - Estrutura de conector óptico**

### **1.4.1. Tipos de Conectores**

Existem vários tipos de conectores ópticos no mercado, cada um voltado para uma aplicação. Os tipos existentes variam nos formatos e na forma de fixação (encaixe, rosca). Os conectores são todos machos, ou seja, os ferrolhos são estruturas cilíndricas ou cônicas, dependendo do tipo de conector, que são conectados no interior de adaptadores ópticos ou dos orifícios dos detectores dos equipamentos.



**Figura 10 - Tipos de conectores ópticos mais comuns**

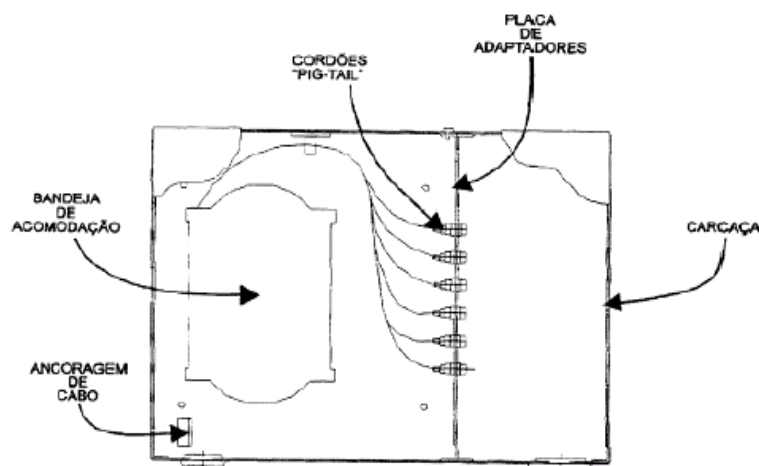
Basicamente, os conectores ópticos são utilizados na conexão das fibras ópticas através das seguintes formas:

- Extensão óptica ou pigtail: o conector é aplicado em uma das extremidades do cabo e a outra extremidade será utilizada para emenda por fusão ou emenda mecânica.
- Cordão óptico: é formado por um cabo flexível com conectores nas pontas, com a finalidade de interligar os dispositivos de conexão entre si e / ou aos equipamentos. O conector é aplicado nas duas extremidades do cabo óptico.
- Cabo multi-cordão: o conector é aplicado em um cabo com várias fibras.

## **1.5. Acessórios Ópticos**

### **1.5.1. Distribuidor Interno Óptico**

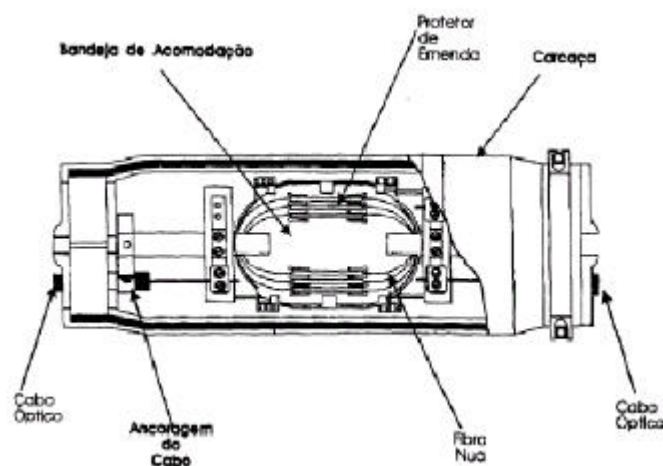
O Distribuidor Interno Óptico (DIO) é um acessório óptico que representa uma solução em termos de proteção, acomodação e distribuição das fibras e das emendas de um cabo óptico. É utilizado para acomodar e proteger as emendas do cabo óptico com as extensões ópticas e acomodar as conexões dos cordões ópticos com os conectores dos pigtails através da placa de adaptadores ópticos.



**Figura 11 – Esquema de Distribuidor Óptico**

### **1.5.2. Caixa de Emenda**

Este acessório em conjunto com a bandeja de acomodação tem a função de acomodar e proteger os protetores das emendas ópticas e outros componentes de fixação das fibras dentro do Distribuidor Óptico ou da caixa de emenda para cabos ópticos.



**Figura 12 - Exemplo de caixa de emenda óptica com protetores**

### **1.5.3. Cordões e Extensões Ópticas**

São cabos do tipo monofibra (uma única fibra óptica), dotados de conectores ópticos com comprimentos definidos. Os cordões se diferenciam das extensões por disporem de conectores em ambas as extremidades, enquanto que as extensões possuem conector somente em uma delas.

## **1.6. Parâmetros do Sistema Óptico**

Para o perfeito funcionamento de um sistema óptico, dois parâmetros são relevantes ao projeto do sistema: margem de desempenho e faixa dinâmica do

receptor. Os valores máximos desses parâmetros são padronizados pela EIA/TIA-568. Para efetuar os cálculos, os seguintes valores devem ser conhecidos:

- Atenuação do cabo óptico (dB/Km) no comprimento de onda de operação;
- Atenuação máxima dos conectores;
- Atenuação máxima de emenda (mecânica ou fusão);
- Potência média de transmissão para o tipo de fibra;
- Sensibilidade do receptor para o tipo de fibra;
- Potência máxima de recepção.

#### **1.6.1. Testes de Performance do Link Óptico**

O parâmetro básico necessário para testar um link óptico é a atenuação. A atenuação máxima permissível em um link óptico pode ser determinada pela potência média do transmissor e a sensibilidade do receptor.

Com a finalidade de determinar a atenuação de um link deve-se ter em mãos o projeto do local por onde percorrerão os cabos e informações adicionais como os tipos de cabos utilizados, os tipos de conectores, localização das emendas e/ou derivações e os tipos de equipamentos.

#### **1.6.2. Medição da Atenuação**

Após o término da instalação do cabeamento óptico deve-se proceder aos testes de atenuação nos links utilizando-se equipamentos de testes específicos. O conjunto de testes é composto basicamente de um Medidor de Potência Óptica - OPM (Optical Power Meter) e uma Fonte Emissora de Luz – OLS (Optical Light Source).

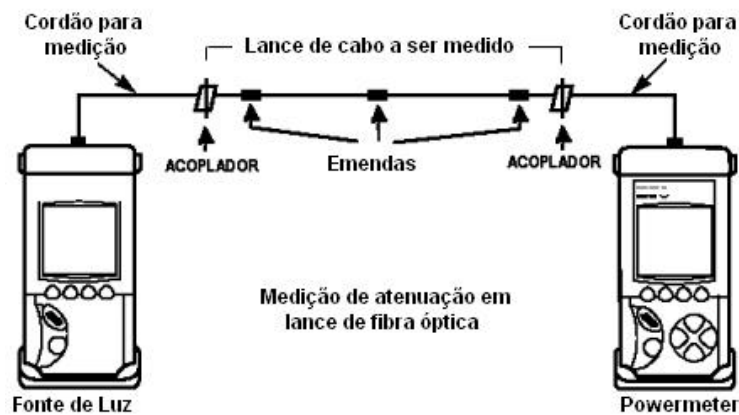


Figura 13 - Medida de atenuação em link óptico

## 1.7. Instalação do Cabeamento Óptico

A instalação de cabos ópticos em sistemas estruturados exige cuidados maiores que a instalação de cabos de par trançado, por causa do risco de danos às fibras ópticas devido à fragilidade das mesmas. Antes de qualquer instalação, faz-se necessário analisar a infra-estrutura, pois não há possibilidade de se realizar uma boa instalação sem que esta esteja adequada.

### 1.7.1. Instalação Subterrânea

As instalações subterrâneas podem ser executadas de três formas: manualmente, com auxílio de guinchos de puxamento ou utilizando máquina de sopro. Em todos os casos, os cabos ópticos devem ser puxados sempre com o auxílio de camisas de puxamento, destorcedores ou cabos-guia.

### **1.7.2. Instalação Aérea**

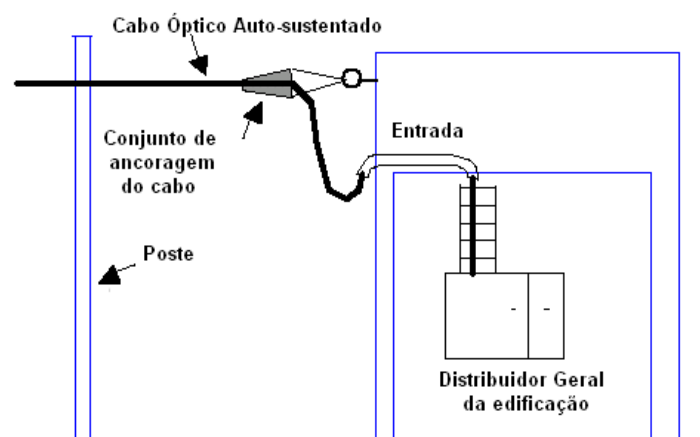
A instalação aérea de cabos ópticos pode ser executada de duas formas: Espinamento ou auto-sustentado, dependendo do tipo de cabo. Cada tipo de instalação exige técnica e cuidados especiais para que os cabos sejam convenientemente instalados.

#### **1.7.2.1. Espinamento**

O processo de espinamento é utilizado em cabos que são desprovidos de elementos de sustentação. Neste caso, o elemento de sustentação do cabo recebe o nome de cabo mensageiro, geralmente constituído de uma cordoalha de aço que proporcionará sustentação ao cabo óptico.

#### **1.7.2.2. Auto-Sustentado**

No processo de instalação, o cabo óptico possui na sua estrutura um elemento de sustentação metálico que é utilizado para a fixação em postes, fachadas, etc.



**Figura 14 - Instalação aérea com cabo auto-sustentado**